

中国特大城市空间规划中生态系统服务概念的应用状况、原因及对策研究*——基于北京和上海城市总体规划的文本分析

The Uptake, Causes and Countermeasures of the Ecosystem Service Concept in Spatial Plans of Metropolitan Cities in China: Cases Study of Beijing and Shanghai Based on Document Analysis

孙 伟 李 昆 谢玉静 王祥荣 SUN Wei, LI Kun, XIE Yujing, WANG Xiangrong

摘 要 生态系统服务是识别自然生态要素价值的重要概念,对其在空间规划中应用状况评估的研究比较少见。应用文本分析法探讨生态系统服务概念在北京和上海新一轮城市总体规划中的应用广度和深度。结果表明:生态系统服务概念在广度上得到了显性应用,在深度上处于中等应用水平;北京在应用广度和深度上略超上海;两个总规中规划的强形式感绿色生态空间格局与生态系统服务并不完全耦合。揭示学科差异、规划背景和传统、行政规范或技术标准、地方生态环境问题、服务的尺度效应是影响生态系统服务概念在规划实践中应用的主要影响因素,并整合生态系统服务供需,提出一个生态系统服务概念及相关方法应用于空间规划实践的技术框架。

Abstract Ecosystem service is an important concept for identifying and realizing the value of natural ecological elements, but its application in spatial plan in China is relatively rare nowadays. This paper explores the breadth and depth of application of the concept of ecosystem services in the latest urban master plan of Beijing and Shanghai based on document analysis. The results show that: (1) the concept of ecosystem service has been applied explicitly in breadth and at a moderate level in depth; (2) Beijing Municipality surpasses Shanghai Municipality in breadth and depth of application; (3) the strong formal green ecological spatial pattern planned in the two plans is not fully coupled with ecosystem services. We reveal that disciplines differences, planning context and traditions, administrative norms or technical standards, characteristics of local ecological environment problems, and scale effects of ecosystem services are the factors that influence the application of ecosystem service concept in planning practice. In the end, this paper proposes a framework for applying ecosystem services and related approaches in spatial plan based on integrating the supply and demand of ecosystem service.

关键词 生态系统服务;总体规划;文本分析法;北京市;上海市

Key words ecosystem service; master plan; document analysis; Beijing; Shanghai

文章编号 1673-8985 (2020) 01-0034-08 中图分类号 TU981 文献标志码 A

DOI 10.11982/j.supr.20200107

作者简介

孙 伟
复旦大学环境科学与工程系 博士研究生

李 昆
湖北大学资源环境学院 博士后

谢玉静
复旦大学环境科学与工程系 副教授,博士

王祥荣 (通信作者)
复旦大学环境科学与工程系 教授,博士生导师

0 引言

随着我国生态文明建设战略的实施,自然生态要素价值日益得到重视。党的十八大报告首次系统地提出树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。随后几年对新发展理念的不断贯彻执行和一系列相关政策的落地实施,各地生态文明建设行动蓬勃开展,成效

显著^[1]。2018年,全国生态环境保护大会首次总结阐释了“习近平生态文明思想”,并明确了新时代生态文明建设六大原则,其中“绿水青山就是金山银山”的重要发展理念充分展示了自然生态要素在新时代社会经济发展中的重大价值。

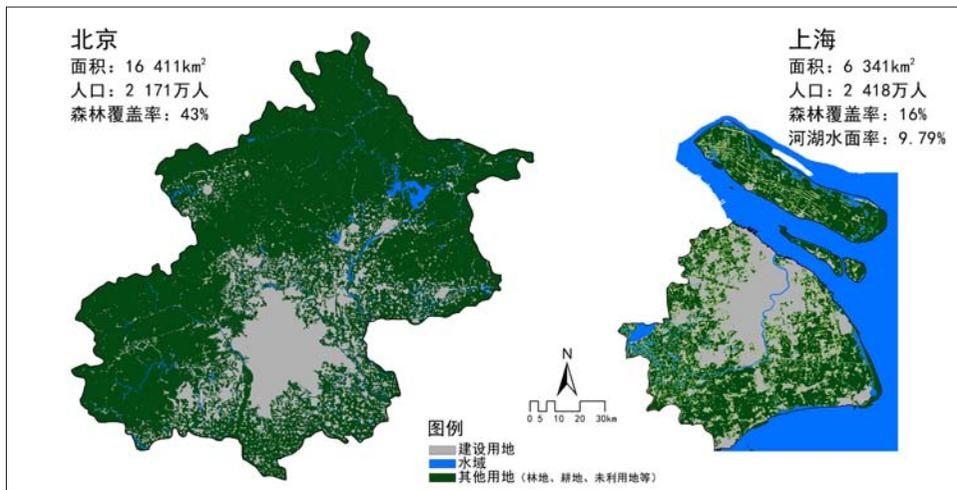
生态系统服务是识别和实现自然生态要

*基金项目:国家社科基金重大项目“我国特大型城市生态化转型发展战略研究”(编号14ZDB140);国家重点研发计划“长三角城市群生态安全保障关键技术研究示范”(编号2016YFC0502701 & 2016YFC0502705)资助。

素价值的一个重要概念。生态系统服务是人类从自然中取得的收益^[2]。生态系统服务概念将生态系统与人类福祉相关联^[3-4]，并使得自然的价值可以被显性识别和评估^[5-6]。自2015年9月中共中央、国务院印发《生态文明体制改革总体方案》后，在空间规划领域全国多地自上而下地推行了关于空间规划、“多规合一”、城市开发边界界定等多种形式的探索^[7]。生态系统服务概念在这一过程中逐渐得到关注和应用，并于2020年正式被纳入国土空间规划编制相关的“双评价”技术标准中^[8]。

将生态系统服务概念应用于规划实践是当前的研究热点，在发达国家有较为成熟的实践经验。生态系统服务的供应依赖于生态系统。空间规划或相关政策可以引发土地使用的改变，进而导致生态系统的变化影响生态系统服务^[9]。尽管把生态系统服务的概念应用于实践的时间不长^[10]，但在发达国家已有较为成熟的应用经验。生态系统服务概念常被应用于两个方面：一是政策的制定和空间规划的编制^[11-12]；二是对政策文件和空间规划的成果进行评估^[13-15]。将生态系统服务整合于规划制定的过程之中有助于在城市发展过程中更好地实现生态环境保护的目标^{[13]98}。评估规划或政策有利于理解生态系统服务的概念，及其以何种程度被纳入规划之中^{[16]229}。

我国对于生态系统服务概念应用的实践正处于起步阶段。虽然生态系统服务概念愈加受到重视，但因为不同学科间的隔阂，以及生态系统服务概念应用于规划领域的推广较晚，目前只有少量的基于生态系统服务应用成果。比如王娟等^[17]研究了基于生态系统服务的土地利用规划；俞孔坚等^[18]提出了基于生态系统服务的生态安全格局构建框架；刘紫玟^{[19]236}应用文献计量与文本分析方法研究了1997年以来文献和土地利用总体规划实践中生态系统服务概念的应用。总体看来，我国的生态系统服务研究成果非常丰富，将生态系统服务概念应用于实践的研究工作正处于快速发展过程中，但基于生态系统服务评估空间规划的案例较少。



注：两座城市有接近的人口规模，但北京市有更高的森林覆盖率，上海市有更高的河湖水面率。

图1 北京和上海两个案例城市的比较

资料来源：笔者在来自<http://www.geodata.cn>的栅格图基础上编辑绘制。

本文拟通过文本分析法对具体的案例城市的规划进行深入解读，探讨如下两个问题：一是生态系统服务概念应用的广度，即相关规划中是否出现或缺乏生态系统服务概念？二是生态系统服务应用的深度，即单个生态系统服务在规划中被应用到何种深度？

1 方法与数据

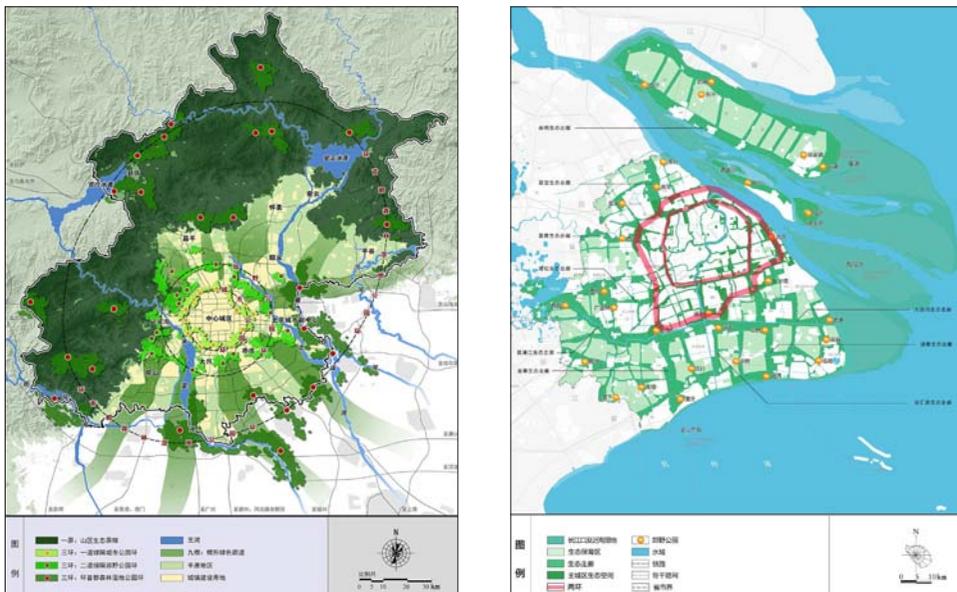
1.1 案例城市和规划背景

本文选择北京和上海作为案例城市，因为它们既有诸多相似的特点，也有显著的差异。北京和上海是中国人口规模和经济规模最大的两座城市。巨大的人口规模和高人口密度使两座城市均面临着严重的生态系统服务供需不平衡。然而，两座城市间不同的资源环境本底条件、规划背景又使生态系统服务供需呈现一定的差异（见图1）。

北京市地处我国华北地区，属典型的暖温带半湿润大陆性季风气候，位于华北平原北部，市域西部、北部和东北部三面环山。森林生态系统和农田生态系统是北京最典型的两种生态系统。北京市是京津冀城市群的核心城市，市域面积为16 411 km²，2017年人口为2 171万人，人口密度为1 323人/km²，全市森林覆盖率为43%^[20]。为了应对日益严重的“大城市病”和适应经济社会的全面转型，北京市

政府围绕“建设一个什么样的首都，怎样建设首都”这一重大命题组织编制《北京市城市总体规划（2016年—2035年）》（以下简称“北京2035”），并于2017年9月13日获党中央、国务院批复。“北京2035”的目标是努力建设国际一流的和谐宜居之都，在政治、科技、文化、社会、生态等方面具有广泛和重要国际影响力的城市。规划提出：强化西北部山区重要生态源地和生态屏障功能，以3类环型公园（一道绿隔城市公园环、二道绿隔郊野公园环、环首都森林湿地公园环）、9条放射状楔形绿地（连接中心城区、新城及跨界城市组团的楔形生态空间，形成联系西北部山区和东南部平原地区的多条大型生态廊道）为主体，通过河湖水系（以永定河、潮白河、北运河、拒马河、沟河为主构成）、道路廊道、城市绿道等绿廊绿带相连接，共同构建“一屏、三环、五河、九楔”网络化的市域绿色空间结构（见图2）。

上海市地处中国华东地区，长江和黄浦江入海汇合处，北界长江，东濒东海，南临杭州湾，属亚热带季风性气候。上海是长江三角洲冲积平原的一部分，其北面的长江入海处，有崇明岛、长兴岛、横沙岛3个岛屿。上海具有丰富的河口、滨海、农田和河湖生态系统。上海市是长三角城市群的核心城市，市域面积为6 341 km²（陆域），2017年人口为2 418万人，人口



注:笔者在上海市生态空间规划图的基础上根据规划报告内容进行了增补。

图2 北京市(左)和上海市(右)生态空间规划图
资料来源:《北京市城市总体规划(2016年—2035年)》《上海市城市总体规划(2017—2035年)》。

密度为3 814人/km²,全市森林覆盖率为16%,河湖水面占比为9.79%^[21-22]。上海市委、市政府立足战略导向、问题导向和实施导向;既体现全球视野,又落实国家战略,面向2035年并展望至2050年,组织编制《上海市城市总体规划(2017—2035年)》(以下简称“上海2035”),并于2017年12月15日获批复。“上海2035”致力于把上海建设成为创新之城、人文之城、生态之城,卓越的全球城市和社会主义现代化国际大都市。规划提出:在市域构筑“双环、九廊、十区”多层次、成网络、功能复合的生态空间格局,其中“双环”指外环绿带和近郊绿环;“九廊”指宽度1 000 m以上的嘉宝、嘉青、青松、黄浦江、大治河、金奉、浦奉、金汇港、崇明等9条生态走廊,构建市域生态骨架;“十区”指宝山、嘉定、青浦、黄浦江上游、金山、奉贤西、奉贤东、奉贤—临港、浦东、崇明等10片生态保育区,形成市域生态基底(见图2)。

“北京2035”和“上海2035”均是在全国生态文明建设活动蓬勃开展时期组织编制和审批的,充分体现了生态文明建设的新发展理念;也是在党的十九大召开前后,规划体系

改革探索期批复的、面向2035年的两个特大城市总体规划,具有重大影响力和引领示范作用,对于探索生态系统服务在新一轮总体规划编制中的应用具有重要的理论与实践意义^①。

1.2 文本分析法

文本分析法是将非结构化的文本数据按照确定的类别转换成结构化的信息,然后用统计学的方法进行描述^{[19]237, [23]}。规划文本是基于一定的规划范式和原则而编制的,其词语和语义可以代表当时当地规划实践的特征^{[16]231}。文本分析法在国外发达国家规划评价研究中已有广泛的应用,但目前在国内规划成果的分析中还比较少见^{[19]237}。通过对规划文本的数据进行分析,可以充分揭示某种主题(比如生态系统服务)在规划实践中的应用状况,以及识别不同规划间对主题关注程度的差异。

1.2.1 生态系统服务概念应用的广度

为了回答关于生态系统服务概念应用的广度的问题,文本分析法的第一步是识别“生态系统服务”及相关概念在规划文本中是否出现或缺失。在生态学领域,生态系统服务已经作为一个专有名词被广泛地使用;但在空间

规划领域,生态系统服务常被表述为“生态服务”“生态服务功能”“生态服务价值”等。相关的概念包括生态功能/生态过程,常与生态系统服务紧密相关。另外,人类从自然中取得的“收益”也被识别为相关概念,因为“收益”是生态系统服务概念的核心意义。基于上述考虑,针对两个总规文本分析如下3个问题:①词语“生态系统服务/生态服务/生态服务功能/生态服务价值”被提到吗?②词语“生态功能/生态过程”被提到吗?③人类从自然取得的“收益”被提到吗?

1.2.2 生态系统服务应用的深度

为了回答关于生态系统服务应用的深度的问题,我们将生态系统服务进行分类。本文中生态系统服务参考相关文献的分类^{[16]231}。Hansen R等^{[16]232}在对欧美5个城市总体规划的分析中,将生态系统服务分为4大类、21小类。本文把小类服务中的休闲娱乐服务和旅游服务合并为休闲与旅游服务,最终将生态系统服务分为4大类,20小类(见表1)。

为了评价单个生态系统服务的应用深度,本文参考Hansen R^{[16]232}和Cortinovis C^{[24]300}的研究,将生态系统服务应用深度从0—4划分为5个等级(见表2)。等级(得分)越高表明其应用越深入。每个规划文本中与每种生态系统服务相关的条文被逐一梳理,依据打分表对每种生态系统服务应用结果进行说明并赋予分值。

为了定量比较生态系统服务应用的深度,本文参考田若敏等^[25]的研究,引入得分率指标。得分率取值范围在0—1之间。“0”代表没有任何生态系统服务相关概念出现在文本中,而“1”代表该文本中各项生态系统服务都达到了最高等级的应用水平。得分率的计算公式如下:

$$A = \frac{1}{4n} \times \sum_{i=0}^n X_i \quad (1)$$

式中,A代表生态系统服务应用深度的得分率,n代表生态系统服务的数量,X_i代表根据表2得到的每种生态系统服务应用深度的等级(得分)，“4”是每种生态系统服务应用

注释 ① 本文中的总体规划是经党中央、国务院批复后正式公布的法定文件,分别从北京市人民政府网站 (<http://www.beijing.gov.cn/gongkai/guihua/2841/6640/1700220/1532470/index.html>) 和上海市人民政府网站 (<http://www.shanghai.gov.cn/nw2/nw2314/nw32419/nw42806/>) 下载。

表1 本文拟分析的生态系统服务

大类	小类
供应服务	食物供应
	原材料供应
	水供应
	医疗资源
调节服务	地方气候调节
	空气质量调节
	碳沉积和储存
	减噪
	径流缓解
	缓解极端事件
	废水处理
栖息地和支持服务	土壤侵蚀阻止和土壤肥力维持
	授粉
	生物控制
	物种栖息地
文化服务	生物多样性维持
	休闲与旅游
	审美与启发
	精神文化体验
	自然教育和学习

资料来源:笔者结合参考文献[16]自制。

表2 生态系统服务应用深度等级打分表

等级 (分值)	等级描述	示例
0	该类生态系统服务未涉及	—
1	与该类生态系统服务的需求或与生态系统服务相关的生态环境问题被提到,但未提及与生态系统相关的解决方法,或仅仅聚焦于生态系统无关的技术或管理方面的解决方法	二氧化碳排放较多,因此需要减少空气中的二氧化碳
2	生态系统服务与生态系统类型或元素、生态过程的关系被提到	森林沉积碳
3	对与生态系统服务相关的生态空间提出一般性或定性的规划目标	森林沉积碳、森林应该被保护
4	对与生态系统服务相关的生态空间提出具体的规划目标	森林沉积碳、这个城市的山区应该保护和增加现有森林

资料来源:笔者结合参考文献[16, 24]自制。

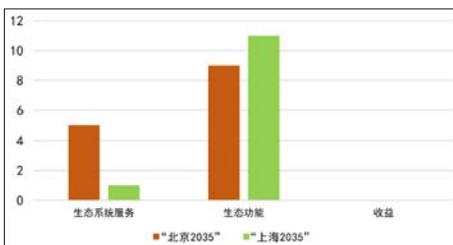


图3 生态系统服务及相关概念在规划文本中出现的次数 (单位:次)
资料来源:笔者自绘。

深度的最高得分。

2 分析结果

2.1 生态系统服务概念应用的广度

文本分析结果如图3所示,生态系统服务概念在两个总规中都得到了显性应用,但在两座城市场间也有一些差异。

生态系统服务概念在“北京2035”中出现了5次,而在“上海2035”中仅出现了1次。在“上海2035”中,生态系统服务仅作为规划的总体要求出现在规划文本中(如第3章,第3节,第21条,“1. 积极调整生态用地结构,增加森林面积、提升生态服务价值”)。而在“北京2035”中,生态系统服务不仅出现于规划总体要求中(如第3章,第3节,第48条,“5. 统筹山水林田湖等生态资源保护利用……提升生态服务功能”),而且也涉及具体的生态系统服务类型(如第3章,第3节,第49条,“1. 充分发挥山区整体生态屏障作用……充分发挥山区水源涵养、水土保持、防风固沙、生物多样性保护等重要生态服务功能”)。

生态功能/生态过程在两个总规中出现的次数相似(北京9次,上海11次)。从对生态功能的使用上看,均是一般意义上阐述需要加强某种生态系统的生态功能,但并未明确是哪一种生态功能。比如“北京2035”中第4章,第3节,第60条,“1. 北部文化传承发展带串联颐和园、圆明园等重要景区及大宫门、青龙桥等城市节点……提升绿化质量,完善生态功能”。“上海2035”中第7章,第3节,第80条,“1. 提升城乡水体生态功能,提高水系自然连通性……强化农村地区中小河道治理”。

人类从自然界中取得的“收益”均未显性地出现在两个总规中。但在“北京2035”中多次以隐性的方式出现(未明确出现词语“收益”),而在“上海2035”中并未提及。比如“北京2035”中第2章,第5节,第37条,“2. 加强平原地区农田林网、河湖湿地的生态恢复……为市民提供宜人的绿色休闲空间”;第3章,第3节,“前言:保护和修复自然生态系统,维护生物多样性,提升生态系统服务……提高城市生态品质,让人民群众在良好的生态环境中工作生活”。

2.2 生态系统服务应用的深度

总体上看,两个总规中生态系统服务应用深度类似,但相比上海,“北京2035”中生态系统服务应用更加深入(见图4、表3)。

从单个服务的得分情况看,超过一半的生态系统服务在两个总规中表现一致(见图4)。14种生态系统服务(占总数的70%),特别是供给类服务和文化类服务,在两个总规中表现完全相同。另外,大部分应用深度得分最高的生态系统服务在两个总规中也保持一致。7种生态系统服务得到了最高分。供应服务中的食物供应、水供应,文化服务中的休闲与旅游、审美与启发、精神文化体验在两个总规中均达到了最高分。仅有地方气候调节、物种栖息地分别在“北京2035”和“上海2035”中得到了最高分。

在本文分析的20种生态系统服务中,有多种服务未出现,上海(8种)未出现的生态系统服务数量多于北京(5种)。原材料供应、医疗资源、授粉、生物控制、自然教育和学习是两个总规均未涉及的服务类别,另外碳沉积和储存、减噪、土壤侵蚀组织和土壤肥力维持未出现在“上海2035”中。

从得分率情况看,生态系统服务在两个总规中总体上表现类似的同时也呈现一定的差异性(见表4)。两个总规的总得分率刚好处于或略高于中等水平(0.50);其中“北京2035”得分率0.56,略超过上海的0.50。从4个服务大类看,两个总规中的栖息地和支持服务、文化服务表现均优于供应服务和调节服务。

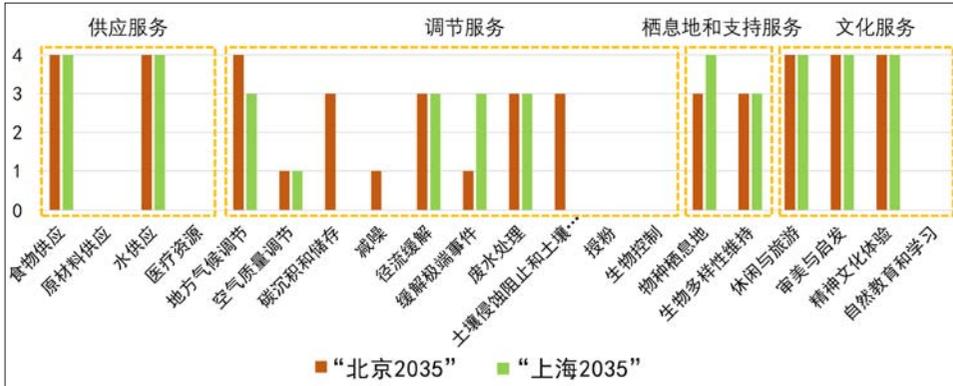


图4 各类生态系统服务在两个总规中的应用深度 (单位:分)
资料来源:笔者自绘。

表3 两个总规中生态系统服务应用深度统计

生态系统服务	“北京2035”		“上海2035”	
	得分	得分率	得分	得分率
总体情况 (包括全部生态系统服务)	45	0.56	40	0.50
供应服务	8	0.50	8	0.50
调节服务	19	0.48	13	0.33
栖息地和支持服务	6	0.75	7	0.88
文化服务	12	0.75	12	0.75

资料来源:笔者自制。

调节服务在“北京2035”中的表现好于“上海2035”，而栖息地和支持服务正好相反。除了两个总规中表现一致的服务和缓解极端事件服务外，“北京2035”中调节服务表现均优于“上海2035”。“北京2035”的地方气候调节甚至达到了最高等级。“上海2035”中物种栖息地达到了最高等级，优于“北京2035”中的第3等级。相应地在表3中可以看到，“北京2035”中调节服务得分率为0.48，高于上海的0.33；而北京的栖息地和文化服务得分率为0.75，低于上海的0.88。

3 讨论

3.1 生态系统服务概念在两个总规中的应用

3.1.1 生态系统服务概念应用的广度

尽管生态系统服务仅在“上海2035”中出现一次，但生态系统服务作为一种新的概念已经显性地出现在两个具有影响力的总规文本中。然而，在两个总规之间、单个总规内，对生态系统服务的概念的认识并未达成一致，生态服务、生态服务功能、生态功能出现的次数远多于生态系统

服务。另外，在两个总规中多次出现“生态功能”的概念，但并未明确具体的功能。这可能是由于学科差异导致的。生态系统服务是生态学研究近20年的一个热词并有一系列理论，但建筑、规划学科仍缺乏对其进行“空间转译”^[26]。

“北京2035”对于生态系统服务概念的应用较“上海2035”更加深入与丰富，可能缘于北京对生态相关议题的研究历史更为悠久。生态议题进入空间规划历史越长久，生态研究越深入，新的生态概念也越容易被接受^{[27][237]}。北京总规历史上对生态相关议题的关注更宽广，研究更深入。在2004版北京总规中已出现独立篇章的“城市生态规划”^[28]。上海总规历史上对绿色空间比较关注^[29]，但并未着重突出其生态效应。另外，“北京2035”对生态环境相关议题的研究投入更多的关注（“北京2035”中有10个相关战略专题，而“上海2035”中仅有4个）。

3.1.2 生态系统服务应用的深度

Hansen R、Rall E L等^{[16][236]}、^{[27][237]}认为国家或地方层次的法律法规、技术标准等是推进生态系统服务应用的重要驱动力。生态系统服务应

用于实践通常需要行政手段发挥作用^[30]。本文的分析结果也印证了这个观点。《城乡规划法》第十七条有明确规定：“水源地和水系、基本农田和绿化用地、环境保护、自然与历史文化遗产保护以及防灾减灾等内容，应当作为城市总体规划、镇总体规划的强制性内容”。相应地两个总规中应用深度得分最高的5种生态系统服务分别为：食物供应、水供应、休闲与旅游、审美与启发、精神文化体验（见图4）。

严重的生态环境问题是促进生态系统服务应用加强的一个驱动因素。一方面，虽然北京和上海都是资源高消耗城市，但因为北京本身及其所处的区域自然地理条件，在大气污染、夏季城市热岛效应、水土流失等方面均远比上海严重^[31]，并且长期以来受到社会的广泛关注。因此，我们在前文分析中可以发现“北京2035”中绝大部分调节服务的应用均比“上海2035”更加深入。另一方面，上海人口增长和城市扩张（2015年建设用地占市域面积的46%）、污染物排放，使得湿地、农田、滨海景观连续性较低，动植物栖息地碎片化严重，导致整体生物多样性较低，外来入侵物种丰度较高^[32]。北京虽然也面临着同样强度的人口增长和城市扩张，但因为其市域面积大，西部、西北部和北部的山地森林生态系统并未遭受严重的侵占，相比上海，其动植物栖息地和生物多样性保持较好。因此前文分析结果显示，“上海2035”对栖息地和支持服务的应用比“北京2035”更加深入。

生态系统服务的尺度也可能影响其在总规中的应用。有些服务并未出现在这两个总规中，可能是因为服务本身的小尺度与总规研究的大尺度之间缺乏衔接，比如授粉服务、生物控制服务是两个重要的调节服务，其通常在斑块尺度发生（比如授粉在农田局地尺度发生），但在总规的市域尺度因为数据精度和工作深度不够而无法表述。

3.2 生态系统服务与生态空间

我们进一步将应用深度得分最高的几种生态系统服务与对应的生态空间，以及这两个总规中规划的生态空间格局进行比较分析，可以发现

一方面两个总规中提出承载生态系统服务的绝大部分生态空间均位于规划的生态空间格局中(见表4)。但上海休闲与旅游服务、精神感悟与场所意义服务的部分承载空间位于城镇公园,北京食物供应的承载空间位于基本农田集中分布区,均不隶属于规划的市域生态空间格局。我们认为这主要是因为市域生态空间格局的表述要求更加精炼,并不能完全覆盖全域的生态空间。

另一方面,两个总规提出的生态空间格局中诸多的生态用地并未与生态系统服务或生态功能相关联。这可能是因为生态用地是基于与生态系统服务无关的其他原因而规划的。通过对规划文本的解读,我们发现两个总规中的生态空间布局通常是基于以下几个原则:沿现状交通通道或水系,连接现有的绿色斑块、均衡的形式感。另外,对于生态空间的规模也并未有明确的解释,比如上海规划的9条市级生态走廊,宽度按照1 000 m以上控制,生态廊道承载何种生态系统服务或生态过程并未明确论证。

3.3 生态系统服务在规划中应用的政策建议

比较研究有助于更好地理解生态系统服务在不同的地理和规划背景下的应用状况。基于两个具有典型意义的中国特大城市总规案例,我们揭示了当前国内生态系统服务应用于空间规划的一些特征。尽管仅通过两个案例总结形成一般性的结论可能有所欠缺,但国内外类似的文献证实了这些结论在世界范围可能具有共性^{[27][230]}。在世界范围内,生态系统服务应用于空间规划领域是一个新趋势,但目前对于生态系统服务概念的认识和理解、应用生态系统服务的框架和工具仍然欠缺^{[16][228]}。为了进一步发挥生态系统服务概念在识别和实现自然生态要素价值过程中的作用,本文提出以下两点建议。

3.3.1 提高生态系统服务概念应用的正确性和统一性

概念的正确定义是理解和科学应用概念的第一步。随着国土空间规划体系的建立和完善,未来的规划将需要多种学科知识的支持,其中生态学科相关知识将越来越重要。整合其他学科知识时首先需要对相关概念

表4 应用深度得分最高的生态系统服务与规划生态空间的关系

生态系统服务类型	“北京2035”		“上海2035”	
	承载生态空间	规划生态空间格局	承载生态空间	规划生态空间格局
食物供应	耕地/永久基本农田	基本农田集中分布区*	耕地/永久基本农田	九廊、十片
水供应	水源/水源地/水源保护地	一屏、五河	水源保护区	九廊、十片
地方气候调节	通风廊道	九楔	—	—
物种栖息地	—	—	自然保护区	十片生态保育区
休闲与旅游	风景名胜、森林公园、湿地公园、地质公园、城市公园	一屏、三环、五河、九楔	国家公园	十片生态保育区
			郊野公园	两环、九廊、十片
	绿道	三环、九楔	城市/地区/社区公园	两环、城镇公园*
审美与启发	景观带、文化带	三环、五河	绿道	两环九廊
精神文化体验	三山五园	三环	公园、自然保护区等	两环九廊十片
			文化保护控制线(自然文化景观)	城镇公园*(历史公园)

注:①“北京2035”提出“一屏、三环、五河、九楔”的绿色空间格局,“上海2035”提出“双环、九廊、十区”的生态空间格局;②“北京2035”中的“基本农田集中分布区*”、“上海2035”中的“城镇公园*”均被划归为生态用地,但两个总规中对生态空间格局的表述并未将其完全包括。

资料来源:笔者自制。

进行明确界定。“生态系统服务(Ecosystem service)”“生态功能(Ecosystem functions)”是在国际国内生态学研究中的专有名词。生态系统服务指人类从自然中取得的收益。生态功能指自然过程或组分提供生态产品和服务直接或间接满足人类需求的能力^[33]。生态系统服务的实现同时依赖于生态功能和人类需求,以及两者的结合。

3.3.2 生态系统服务应用于国土空间规划实践的工作框架

针对生态系统服务概念在规划中的应用存在应用与否缺乏依据、应用深度不均衡、规划生态空间与生态系统服务关联性不强等问题,本文按照解决规划地域社会—自然复合生态系统发展问题、规划尺度与生态系统服务发生尺度关联、生态系统服务与人类需求相结合的原则,提出一个生态系统服务应用于国土空间规划实践的工作框架(见图5),实现生态系统服务概念的空间转译。

第一步选择关键的待研究生态系统服务。因为规划编制的内容深度要求和数据精度特点,20多种生态系统服务不可能在一个空间规划中

全部研究清楚,也没有必要全部纳入研究范围。因此,需要结合地方实际情况,选择性地科学开展关键性的生态系统服务研究。首先梳理上层规划/政策,研究本地区在区域中的生态定位,明确本地区必须为区域提供的生态系统服务;其次通过公众和专家咨询法,分析本地区面临的主要生态环境问题,以及值得重点关注的生态系统服务;最后考虑规划研究的尺度,对自上而下的政策目标梳理和自下而上的公众参与方法初步选取的生态系统服务进行筛选,最终确定关键的生态系统服务。不同生态系统服务发生在不同尺度。比如授粉发生在局地尺度,水供应发生在流域尺度,自然教育发生在区域尺度,粮食供应发生在国家尺度等;相应地,授粉是村庄规划中可研究的关键生态系统服务,水供应是流域类专项规划的关键服务,自然教育与学习是市县国土空间规划的关键服务,粮食供应是国家和省级国土空间规划的关键服务。

第二步是评估关键生态系统服务的供需不平衡格局和规模。首先以土地利用数据、生态环境数据为基础,运用模型法、问卷调查法、土地利用—生态系统服务指数法等不同工具,运用



图5 生态系统服务概念应用框架
资料来源:笔者自绘。

InVEST、ARIES、ARCGIS、SWAT、i-Tree等综合性、专业性模型和技术平台分析现状生态系统服务供应的空间格局和规模;其次以人口规模和人口分布、不同生态系统服务的利益相关者、社会经济数据为基础,分析未来生态系统服务需求的格局和规模;最后整合供需结果,分析供需不平衡的空间格局和规模大小。

第三步是提出基于整合供需的规划方案。影响生态系统服务供需的因素是供需规模和供需强度。参照Cortinovis C^{[24][306]}的研究,生态系统服务供给可以从两个方面调节:维持或新增生态系统服务供给空间调节供给规模(生态网络构建),恢复或加强单位用地上的生态系统服务供给能力提高供给强度(生态修复)。因为生态系统服务需求规模通常难以改变,生态系统服务需求的调控策略通常有如下几种:降低单位面积或人均需求,利用新技术提高生态产品和服务的利用效率,寻找替代物等。尽管生态系统供给能力的规划是重要的,但一方面,生态系统提供生态系统服务通常会有一个极限,过多的生态系统服务供给最终会伤害生态系统的健康;另一方面,有些生态系统服务仅依靠自然供给无法满足社会需求(比如碳沉积和储存服务),因此需求方面的调节更应该被关注^[34]。

4 结论

生态文明建设指引下的空间规划将吸纳越来越多的生态学知识与技术方法。生态系统服务提供成熟的理论和工具连接生态

学与空间规划。本文从生态系统服务概念在规划实践中的应用广度和应用深度两个角度,应用文本分析法研究了“北京2035”和“上海2035”中生态系统服务的应用状况。未来我们将进一步从时间维度和空间维度搜集国内外城市的空间规划文本纳入分析,揭示生态系统服务概念应用的历史演变规律,总结生态系统服务在规划实践中的应用方法和工具。

本文研究结果显示生态系统服务的概念虽然在两个总规中均得到了明显的应用,但生态系统服务概念在北京的应用比较广泛;两个总规生态系统服务的应用深度总体上处于中等水平,且北京对生态系统服务应用有些内容较深入;两个总规中均提出了形式感很强的绿色生态空间格局,但生态系统服务与规划的生态空间并不完全耦合。学科差异是生态系统服务概念在规划实践领域应用的一个障碍,同时不同地区的规划实践背景和传统也影响了生态系统服务概念的应用广度。与生态系统服务有关的行政规范或技术标准是推动生态系统服务应用于规划实践的直接驱动力;地方严重的生态环境问题会促进生态系统服务概念的应用;生态系统服务自身的尺度效应也是影响生态系统服务深应用于规划实践的重要影响因素。生态系统服务概念目前在国内规划实践中正处于推广起步阶段。为了进一步发挥生态系统服务概念在识别和实现自然生态要素价值过程中的

作用,本文提出当前亟需提高生态系统服务概念应用的正确性和统一性;同时考虑到本地化的社会—自然生态系统特点、生态系统服务的尺度效应和社会需求,提出了一个生态系统服务应用于规划实践的技术框架。

参考文献 References

- [1] 胡敏. 北京世园会:习近平生态文明思想的生动展示[N]. 中国青年报, 2019-04-30 (6).
HU Min. Beijing World Garden Expo: a vivid exhibition of Xi Jinping's thought of ecological civilization[N]. China Youth News, 2019-04-30(6).
- [2] BOYD J, BANZHAF S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units[J]. Ecological Economics, 2007, 63(2-3): 616-626.
- [3] FISHER B, TURNER R K, MORLING P. Defining and classifying ecosystem services for decision making[J]. Ecological Economics, 2009, 68(3): 643-653.
- [4] CARMEN E, WATT A, CARVALHO L, et al. Knowledge needs for the operationalisation of the concept of ecosystem services[J]. Ecosystem Services, 2018, 29: 441-451.
- [5] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. 应用生态学报, 1999 (5): 635-640.
OUYANG Zhiyun, WANG Rusong, ZHAO Jingzhu. Ecosystem services and their economic valuation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1999(5): 635-640.
- [6] LIU S, COSTANZA R, FARBER S, et al. Valuing ecosystem services: theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis[J]. Ann NY Acad Sci, 2010, 1185: 54-78.
- [7] 孙安军. 空间规划改革的思考[J]. 城市规划学刊, 2018 (1): 10-17.
SUN Anjun. Thinking on spatial planning reform[J]. Urban Planning Forum, 2018(1): 10-17.
- [8] 自然资源部. 资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指南(试行)[EB/OL].(2020-01-19)[2020-02-07].http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200121_2498502.html.
Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China. Technical guidelines for assessment of resources and environment carrying capacity and suitability of

- territorial space development (trail) [EB/OL]. (2020-01-19)[2020-02-07]. http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200121_2498502.html
- [9] VAN OUDENHOVEN A P E, PETZ K, ALKEMADE R, et al. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services[J]. *Ecological Indicators*, 2012, 21: 110-122.
- [10] DAILY G C, MATSON P A. Ecosystem services: from theory to implementation[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2008, 105(28): 9455-9456.
- [11] JACK B K, KOUSKY C, SIMS K R. Designing payments for ecosystem services: lessons from previous experience with incentive-based mechanisms[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2008, 105(28): 9465-9470.
- [12] GOLDSTEIN J H, CALDARONE G, DUARTE T K, et al. Integrating ecosystem-service tradeoffs into land-use decisions[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2012, 109(19): 7565-7570.
- [13] WOODRUFF S C, BENDOR T K. Ecosystem services in urban planning: comparative paradigms and guidelines for high quality plans[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2016, 152: 90-100.
- [14] BOUWMA I, SCHLEYER C, PRIMMER E, et al. Adoption of the ecosystem services concept in EU policies[J]. *Ecosystem Services*, 2018, 29: 213-222.
- [15] LAM S T, CONWAY T M. Ecosystem services in urban land use planning policies: a case study of Ontario municipalities[J]. *Land Use Policy*, 2018, 77: 641-651.
- [16] HANSEN R, FRANTZESKAKI N, MCPHEARSON T, et al. The uptake of the ecosystem services concept in planning discourses of European and American cities[J]. *Ecosystem Services*, 2015, 12: 228-246.
- [17] 王娟, 崔保山, 卢远, 等. 生态系统服务价值在土地利用规划中的应用[J]. *水土保持学报*, 2006 (1): 160-163.
WANG Juan, CUI Baoshan, LU Yuan, et al. Application of ecosystem services value in land use program[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2006(1): 160-163.
- [18] 俞孔坚, 王思思, 李迪华, 等. 北京城市扩张的生态底线——基本生态系统服务及其安全格局[J]. *城市规划*, 2010, 34 (2): 19-24.
YU Kongjian, WANG Sisi, LI Dihua, et al. Ecological baseline for Beijing's urban sprawl: basic ecosystem services and their security patterns[J]. *City Planning Review*, 2010, 34(2): 19-24.
- [19] 刘紫玟, 尹丹, 黄庆旭, 等. 生态系统服务在土地利用规划研究和应用中的进展——基于文献计量和文本分析法[J]. *地理科学进展*, 2019, 38 (2): 236-247.
LIU Ziwen, YIN Dan, HUANG Qingxu, et al. Research and application progress of ecosystem services in land use planning: a bibliometric and textual analysis[J]. *Progress in Geography*, 2019, 38(2): 236-247.
- [20] 北京市统计局, 国家统计局北京调查总队. 北京统计年鉴2018[M]. 北京: 中国统计出版社, 2018.
Beijing Municipal Bureau of Statistics, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Beijing. *Beijing statistical yearbook 2018*[M]. Beijing: China Statistics Press, 2018.
- [21] 上海市统计局, 国家统计局上海调查总队. 2018上海统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2018.
Shanghai Municipal Bureau of Statistics, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Shanghai. *2018 Shanghai statistical yearbook*[M]. Beijing: China Statistics Press, 2018.
- [22] 上海市水务局. 2018上海市河道(湖泊)报告[R]. 2019.
Shanghai Water Authority. Report on rivers (lakes) in Shanghai in 2018[R]. 2019.
- [23] HSIEH H, SHANNON S E. Three approaches to qualitative content analysis[J]. *Qualitative Health Research*, 2016, 15(9): 1277-1288.
- [24] CORTINOVIS C, GENELETTI D. Ecosystem services in urban plans: what is there, and what is still needed for better decisions[J]. *Land Use Policy*, 2018, 70: 298-312.
- [25] 田若敏, 张磊, 宋海泉, 等. 规划是公共政策还是公共愿景?——基于全国80个大中城市总体规划的环境议题的文本分析[J]. *规划师*, 2017, 33 (5): 83-87.
TOCHEN R, ZHANG Lei, SONG Haiquan, et al. Public policy or common vision: a textual analysis of environment issue in 80 major cities' master plans[J]. *Planners*, 2017, 33(5): 83-87.
- [26] 杨培峰, 易劲. “生态”理解三境界——兼论生态文明指导下的生态城市规划研究[J]. *规划师*, 2013, 29 (1): 5-10.
YANG Peifeng, YI Jin. Three levels of “ecology” cognition: ecological city planning[J]. *Planners*, 2013, 29(1): 5-10.
- [27] RALL E L, KABISCH N, HANSEN R. A comparative exploration of uptake and potential application of ecosystem services in urban planning[J]. *Ecosystem Services*, 2015, 16: 230-242.
- [28] 何永, 郭睿. 北京城乡规划中生态思想的演进[J]. *北京规划建设*, 2008 (5): 41-43.
HE Yong, GUO Rui. Evolution of ecological thought in urban and rural planning of Beijing [J]. *Beijing Planning Review*, 2008(5): 41-43.
- [29] 刘旭辉. 城市生态规划综述及上海的实践[J]. *上海城市规划*, 2012 (3): 64-69.
LIU Xuhui. Ecological planning and practice in Shanghai[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2012(3): 64-69.
- [30] MATZDORF B, MEYER C. The relevance of the ecosystem services framework for developed countries' environmental policies: a comparative case study of the US and EU[J]. *Land Use Policy*, 2014, 38: 509-521.
- [31] 王媛媛. 中国城市热岛与空气质量的时空演变格局及影响因素研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2018.
WANG Yuanyuan. Temporal and spatial evolution patterns and influencing factors of urban heat island and air quality in China[D]. Shanghai: East China Normal University, 2018.
- [32] 王卿, 阮俊杰, 沙晨燕, 等. 人类活动对上海市生物多样性空间格局的影响[J]. *生态环境学报*, 2012, 21 (2): 279-285.
WANG Qing, RUAN Junjie, SHA Chenyan, et al. Human impacts on the spatial pattern of biodiversity of Shanghai City[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2012, 21(2): 279-285.
- [33] DE GROOT R S, WILSON M A, BOUMANS R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services[J]. *Ecological Economics*, 2002, 41(3): 393-408.
- [34] SUN W, LI D, WANG X, et al. Exploring the scale effects, trade-offs and driving forces of the mismatch of ecosystem services[J]. *Ecological Indicators*, 2019, 103: 617-629.